

(43)公開日 平成13年10月5日(2001.10.5)

(51) Int.Cl.:

識別記号

FI

テーマコード* (参考)

F 1 6 H 61/18

F 1 6 H 61/18

3 D 0 4 1

B6OK 6/02

B 6 0 K 41/22

3 J 5 5 2

41/22

B60L 7/10

5 H 1 1 5

B 6 0 L 7/10

11/14

E

11/14

B 6 0 K 9/00

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 7 頁)

(21)出題番号

特願2000-82762(P2000-82762)

(22) 出願日

平成12年3月23日(2000.3.23)

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 鈴木 直人

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100075258

弁理士 吉田 研二 (外2名)

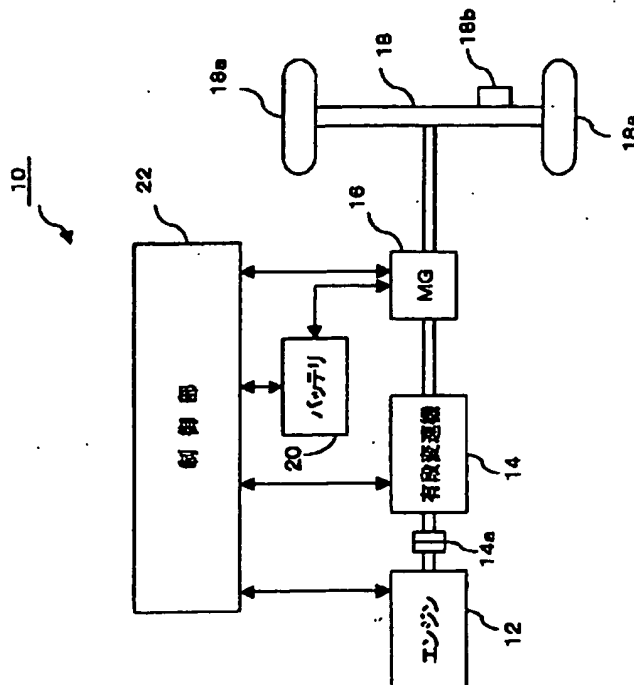
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両の変速機制御装置

(57) 【要約】

【課題】 有段変速機の後段に発電機を有する車両において、前記発電機により回生発電を行う場合、回生エネルギーの獲得を効率よく行いつつ、内燃機関の駆動をスムーズに行うことのできる車両の変速機制御装置を提供する。

【解決手段】 制御部 22 は、HV 車両 10 の減速が開始され、回生可能状態になったら、有段変速機 14 の使用段をエンジン 12 の始動（自立駆動）を可能にする所定回転数以上を維持できる変速段の中で最も高速側に選択し、エンジン 12 の回転数を所定回転数以上の範囲で低下させ、エンジンフリクションの低減を行い減速時の運動エネルギーのロスを抑え、回生効率を向上する。また、所定回転数以上を維持することで、エンジン 12 の駆動をスムーズに行う。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関と、前記内燃機関に接続されるクラッチ付き有段変速機と、当該有段変速機と駆動輪との間に配置された発電機であって、減速時に駆動輪の駆動力により回生発電可能な発電機と、を含む車両の変速機制御装置において、

内燃機関の回転数を検出する回転検出手段と、

前記発電機による回生発電を行う場合に、前記有段変速機の変速段を前記内燃機関の回転数が当該内燃機関の自立駆動を可能にする所定回転数以上に維持できる最高変速段を選択する変速段制御手段と、

を含むことを特徴とする車両の変速機制御装置。

【請求項2】 請求項1記載の装置において、

前記変速段制御手段は、

選択した最高変速段が有段変速機の最低変速段である場合に、前記内燃機関と有段変速機との接続を分離することを特徴とする車両の変速機制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、車両の変速機制御装置、特に、内燃機関と有段変速機とを含み当該有段変速機の後段に発電機が配置され、この発電機により回生発電を行う車両において、回生エネルギーの獲得を効率よく行いつつ、内燃機関の駆動をスムーズに行うことのできる車両の変速機制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】通常、内燃機関（ガソリンエンジンやディーゼルエンジン）の駆動により走行する車両において、各種電子機器の駆動を行うためにバッテリーを搭載している。このバッテリーの充電は車載の発電機（オルタネータ）により行われる。また、近年では、環境保護及び燃費向上の効果が大きなハイブリット（HV）システムを搭載する車両（以下、HV車両という）の開発及び実用化が進んでいる。HVシステムは、内燃機関と電気モータ（通常、モータ・ジェネレーター；MG）のように2種類の動力源を組み合わせる使用するパワートレインであり、走行状況に応じて、内燃機関と電気モータの使い分けを行うことにより、それぞれの特長を活かしつつ、不得意な部分を補うことができるため、滑らかでレスポンスのよい動力性能を得ることができる。このようなHV車両においてもMGを電気モータとして駆動するためにバッテリーが搭載されている。このバッテリーの充電は、MGをジェネレーターとして使用して発電し行われる。すなわち、内燃機関の駆動力によりジェネレーター機能を駆動して発電したり、車両が減速等を行う際に行う回生動作によって行う。

【0003】回生は、車両が減速する時に運動エネルギーを電気エネルギーに変換することにより行われる。この時、運動エネルギーの全てを電気エネルギーに変換できれば最も効率のよい回生を行うことができるが、発電機に回

生発電を行わせる駆動軸には、変速機等を介してエンジンも接続されているため、減速時の運動エネルギーは、エンジンを連れ回し（空回し）するためにも使用されてしまう。エンジンが連れ回しされると、エンジンフリクションによりエネルギー損失（エンジンフリクションはエンジン回転数の二乗に比例する）が発生し、発電機に供給される運動エネルギーは減少し実際に回生できる電力量が減ってしまう。

【0004】従来、回生で得られる実際の回生電力量を向上する方法として、例えば、回生制御時に、駆動軸とエンジン間に設けられたクラッチを切断して、エンジンの連れ回しを止めて、運動エネルギーのロスを排除し、駆動軸の運動エネルギーを発電機に提供して回生効率を向上させる方法がある。また、他の方法として、駆動軸とエンジン間に配置された有段変速機のギア比を自動で一番高い側（5速や6速）にシフトしてエンジン回転数を低減させることにより、エンジンフリクションを小さくしてエネルギー損失を低減し、回生効率を向上させる方法等がある。また、後者の方法に関連して、特開平8-251708号公報等には、発電機が最も良好な効率を得られる条件で運転できるように変速機のギア比（ギア段）を選択するような技術も開示されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、回生効率を向上するために、前者の方法のように、クラッチによりエンジン側の切断を行うと、エンジン回転数はアイドル回転数まで減少するか停止してしまうので、車両の走行状態が減速から加速に移行した場合、エンジン回転数を強制的に増加した後、クラッチの接続動作を行う必要が生じ、運転者のアクセル操作に対する追従遅れが発生しスムーズな加速を阻害し、運転者に違和感を与えてしまうという問題がある。また、後者のように、有段変速機のギア比を高速側にシフトする場合、減速により車速が低下していきエンジン回転数（駆動軸の回転数×ギア比）がエンジンの始動可能回転数を下回ってしまう場合があり、再始動（ファイアリング再開）が困難になってしまうという問題がある。また、最高速ギア段のままで車両が減速（停止）してしまうため、再加速（再発進）の際には、低速側にギア段をシフトする必要がある、やはりアクセル操作に対して追従遅れが発生しスムーズな加速を阻害し運転者に違和感を与えてしまうという問題がある。

【0006】本発明は、上記課題に鑑みなされたものであり、有段変速機の後段（車輪側）に発電機を有する車両において、前記発電機により回生発電を行う場合、回生エネルギーの獲得を効率よく行いつつ、内燃機関の再始動による車両の走行復帰をスムーズに行うことのできる車両の変速機制御装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記のような目的を達成

するために、内燃機関と、前記内燃機関に接続されるクラッチ付き有段変速機と、当該有段変速機と駆動輪との間に配置された発電機であって、減速時に駆動輪の駆動力により回生発電可能な発電機と、を含む車両の変速機制御装置において、内燃機関の回転数を検出する回転検出手段と、前記発電機による回生発電を行う場合に、前記有段変速機の変速段を前記内燃機関の回転数が当該内燃機関の自立駆動を可能にする所定回転数以上に維持できる最高変速段を選択する変速段制御手段と、を含むことを特徴とする。

【0008】この構成によれば、減速制御時に有段変速機は常に内燃機関の自立駆動を可能にする所定回転数以上を維持できる変速段の中で最も高速側の変速段に選択される。つまり、内燃機関の回転数は常に所定回転数以上で、しかも使用する変速段が高速側にシフトすることで、内燃機関の回転数が所定回転数に接近するように制御される。その結果、内燃機関のフリクションは低減され、回生時のエネルギーロスを最小限度に抑えることが可能になり、効率的な回生を行うことができる。また、常時、内燃機関の回転数は自立駆動開始準備状態にあるので、従来のようにクラッチの接続動作や、回転数の増加動作、変速段のシフト動作等を伴うことなくスムーズかつ迅速に車両を減速から加速に移行し、違和感無く走行復帰を行うことができる。

【0009】上記のような目的を達成するために、上記構成において、前記変速段制御手段は、選択した最高変速段が有段変速機の最低変速段である場合に、前記内燃機関と有段変速機との接続を分離することを特徴とする。

【0010】この構成によれば、内燃機関の分離後は、内燃機関のフリクションが消失しエネルギーロスが低減し、駆動輪の持つ運動エネルギーにより効率的な回生を行えると共に、内燃機関と有段変速機の接続を再開する時に、有段変速機の変速段は、最低変速段で待機しているので、車両は従来のように変速段の最高段からのシフト動作等を伴うことなくスムーズに加速（始動）動作に移行することができる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態（以下、実施形態という）を図面に基づき説明する。

【0012】図1には、本発明の実施形態に係る車両の構成概念図が示されている。本実施形態において、有段変速機の後段（車輪側）に発電機を有する車両の一例として、前記発電機がモータ・ジェネレータ（MG）で構成され、内燃機関（ガソリンエンジンやディーゼルエンジン等）と協同または、それぞれが単独で駆動輪を駆動するハイブリッド（HV）車両10を示す。

【0013】図1に示すように、ガソリンエンジンやディーゼルエンジン等の内燃機関12（以下、エンジン12という）には、クラッチ（自動）14aで接離可能な

有段変速機14が接続されている。この有段変速機14の出力側は、MG16に接続されている。さらに、前記MG16には、当該MG16をジェネレータ（発電機）として使用したときに発生した回生エネルギーを充電すると共に、電気モータとして使用した場合に電気エネルギーを提供するバッテリー20が接続されている。そして、エンジン12、有段変速機14、MG16、バッテリー20等には、個々の動作状態を監視し、相互に関連付けて制御を行う制御部22が接続されている。

10 【0014】通常、HV車両10を走行させる場合、制御部22は、図示しないアクセルの踏み込み量と車速から運転者の希望する走行状態を実現するために必要とされるエンジン12の出力を求め、有段変速機14の使用段を決め、更にエンジン12の回転数や燃料噴射量等を決めている。この時のHV車両10の走行のための制御形態としては、有段変速機14を介したエンジン12のみの駆動力でHV車両10を走行させる場合と、エンジン12のみの駆動力以上の駆動力を運転者が要求する場合に、バッテリー20からの電力供給によりMG16を電気モータとして駆動して、MG16の駆動力をエンジン12の駆動力に付加してHV車両10を走行させる場合と、バッテリー20からの電力供給によりMG16を電気モータとして駆動して、MG16のみでHV車両10を走行させる場合とに分かれる。

20 【0015】また、制御部22は、バッテリー20の充電容量（SOC）が所定量より少ない場合、その不足分をMG16を発電機として駆動して補う。つまり、エンジン12の出力を増加し、有段変速機14を介して、駆動軸18にHV車両10の走行に必要な駆動力を伝達すると共に、MG16を発電機として駆動して、バッテリー20の充電を行い、バッテリー20のSOCを所定値まで増加させる場合と、HV車両10の減速時に駆動軸18の運動エネルギーによりMG16を発電機として機能させ回生電力を得て、バッテリー20に充電する場合とがある。なお、バッテリー20のSOCが所定量以上の場合、制御部22は、エンジン12の出力をHV車両10の走行に必要な駆動力より低下させると共に、MG16を電気モータとして駆動して、駆動軸18を有段変速機14を介したエンジン12の駆動力と、MG16の電気モータとしての駆動力の合力により駆動する。その結果、エンジン12の動作を抑制して燃費を向上させることができると共に、過剰状態のバッテリー20を放電しバッテリー20の状態を所定値まで低下させることで、次に回生が行われる時に、十分な回生電力の回収を行えるように充電領域を準備することができる。このようにして、制御部22は効率的な電気エネルギーの利用を図り、HV車両10の駆動を行っている。

50 【0016】ところで、HV車両10が回生可能なエネルギーW0は、減速時のHV車両10の持つ運動エネルギーから空力抵抗や転がり抵抗等の損失分を減算した量に

る。しかし、実際は、HV車両10が減速するときにブレーキで発熱した分のエネルギーL1、MG（発電機）16自体のエネルギーL2が消失する。さらに、図1から明らかなように駆動軸18には、MG16が接続されていると共に、有段変速機14を介してエンジン12が接続されているので、回生発電を行う場合、駆動軸18は、MG16と共に有段変速機14及びエンジン12を回転（モータリング；空回し）することになる。その結果、エンジン12のモータリングによるエネルギーL3も消失する。図2には、回生可能なエネルギーW0を100%としたときの各エネルギーL1、L2、L3の割合の例が示されている。従って、実際にMG16が回生できるエネルギー量は、回生エネルギーWとなる。

【0017】ここで、回生時に図1におけるクラッチ14aを切断してしまえば、エンジン12のモータリングに基づくエネルギーL3が無くなるので、回生エネルギーWは増加する。しかし、その反面、前述したように、エンジン12の回転がアイドル回転程度まで低減、または停止するため、次の加速開始時には、エンジン12の回転数を所定値まで引き上げた後、クラッチ14a

をつなぐ必要が生じる。その結果、スムーズな加速制御を行うことができなくなり、運転者に違和感を与えてしまう。

【0018】また、クラッチ14aを切断しなくても有段変速機14の変速段を最高速側にシフトすれば、エンジン12の回転数（モータリング回転数）は低下するので、エンジン12のエンジンフリクションに基づくエネルギーL3は減少する。つまり、回生エネルギーWは増加する。しかし、その反面、前述したように、減速によりHV車両10の車速が低下していきエンジン12の回転数（駆動軸18の回転数×ギア比）がエンジン12の始動可能回転数を下回ってしまう場合があり、再始動（燃焼再開）が困難になってしまう。また、有段変速機14の変速段が最高段のままで車両が減速（停止）してしまうため、再加速（再発進）の際には、低速側にギア段をシフトする必要があり、やはりアクセル操作に対して追従遅れが発生しスムーズな加速を阻害し運転者に違和感を与えてしまう。

【0019】本実施形態の特徴的事項は、きるだけエンジン12の回転数（モータリング回転数）を下げて、エンジン12におけるエネルギーを低減し回生効率の向上を図ると共に、エンジン12に対するクラッチ等の切断を行うことなく、スムーズなエンジン12の再駆動（加速）を行うところである。

【0020】そのために、本実施形態においては、減速制御時に、有段変速機14の変速段は、エンジン12の自立駆動を可能にする所定回転数以上を維持できる変速段の中で最も高速側に選択される。つまり、エンジン12の回転数を常に所定回転数以上（例えば、1000rpm）で、しかも所定回転数（例えば、1000rpm

m）である低回転に接近するように、有段変速機14の使用段を可能な限り高速側に制御する。その結果、エンジン12の回転数は低下し、エンジン12の回転数の二乗に比例するエンジンフリクションは低減する。つまり、エンジン12の空回しによるエンジンフリクションが低減し、回生時のエネルギーを最小限度に抑え、MG16における回生効率を向上する。また、エンジン12を再駆動（加速）する時は、エンジン12は自立駆動可能状態になっているので、スムーズに再駆動（加速）に移行することができる。

【0021】図3には、図1における制御部22における有段変速機14の制御手順を説明するフローチャートが示されている。

【0022】制御部22は、駆動軸18等に配置された回転センサ18bからの情報に基づき、HV車両10が減速状態に移行したか否か、すなわち回生可能状態であるか否かの判断を常時行う（S100）。もし、減速状態であると判断した場合、制御部22は有段変速機14に対して変速段を最高シフト（変速段）、例えば5速に移行するように指令を出す（S101）。ここで、有段変速機14を最高変速段側にシフトすることにより空回し状態（減速制御によりトルク要求が行われていない状態）のエンジン12の回転数は低下し、前述した通り、エンジン12のエンジンフリクションは低下し、モータリングによるエネルギーL3が減少し、MG16により実際に回生できる回生エネルギーWが増加する。

【0023】この間、制御部22は回転センサ18bからの駆動軸回転数 N_p と現在使用している有段変速機14の使用段のギア比に基づき、 $N_p \times \text{ギア比} > \text{始動可能回転数}$ か否かの判断を行う（S102）。なお、この判断は、 $N_p \times \text{ギア比} = \text{エンジン12の回転数}$ なので、エンジン12の回転数を直接検出し、始動可能回転数と比較することによって行ってもよい。ここで、始動可能回転数とは、エンジン12のファイリングをスムーズに行うことのできる最低限の回転数、すなわちエンジン12が自立駆動できる最低回転数であり予め定められた値である。もし、 $N_p \times \text{ギア比} > \text{始動可能回転数}$ である場合、有段変速機14の現在の使用段を維持した状態で、HV車両10が減速中であるか否かの確認を行う（S103）。減速状態が維持されている場合、（S102）に戻って、 $N_p \times \text{ギア比} > \text{始動可能回転数}$ であるか否かの監視を継続する。もし、（S103）において、減速制御が停止している場合、制御部22は、運転者の走行要求（アクセル開度等に基づく要求）に基づいて有段変速機14の通常制御（走行要求、車速、エンジン回転数等に基づく最適使用段の選択制御）を行うと共に（S104）、（S100）に戻り減速状態に移行したか否かの監視を再開する。

【0024】一方、（S102）で制御部22が $N_p \times \text{ギア比} > \text{始動可能回転数}$ ではないと判断した場合、つま

10

20

30

40

50

り、HV車両10の減速により、エンジン12の回転数がさらに低下し、エンジン12の再始動（ファイアリング再開）が困難になると判断して、有段変速機14の使用段を一段だけ減速側にシフトして、エンジン12の回転数を始動可能回転数以上に復帰させる（S105）。そして、制御部22は有段変速機14の使用段が最低変速段（1速）であるか否かの判断を行い（S106）、1速では無い場合、（S103）に移行し、（S103）における前述の制御を繰り返す。また、（S106）において、有段変速機14の使用段が最低変速段（1速）である場合、変速段の変更によりこれ以上エンジンの回転数を上昇させることができないため、エンジン12と有段変速機14との間のクラッチ14aを切断して、エンジンを停止させる。その結果、継続的に効率的な回生が行えるようになる。なお、エンジン12と有段変速機14の接続を再開する時には、有段変速機14の変速段は、最低変速段（1速）で待機しているため、HV車両10は従来のように変速段の最高段からのシフト動作等を伴うことなくスムーズに加速（始動）動作に移行することが可能になり、運転者のアクセル操作に迅速に追従した制御が可能になる。

【0025】図4は、図3のフローチャートの制御を実施した場合のエンジン12の回転数の推移と、有段変速機14の使用段の推移の様子を示すタイムチャートである。図において、A点でHV車両10の減速が開始され、有段変速機14には最高の変速段に移行する指令が出されているが、この場合、車速があまり高速でなかったため、シフト制限（車速等により予めマップ等で決められている）が実施され、シフト可能な最高段が3速である場合が示されている。もちろん、車速が高い場合、有段変速機14は5速等にシフトする。その後、図3のフローチャートにおいて、（S102）以降の処理が行われ、始動可能回転数（例えば、1000rpm）を維持するためにシフトダウン制御が行われている。また、シフトが1速に移行し、さらに、HV車両10が停止した後、HV車両10が再発進する場合、有段変速機14のシフトは、既に1速に移行しているため、シフト変更等の処理（高段側から1速に移行する処理）を行うことなくスムーズな発進動作を行い、エンジン12の回転数を増加していくことができる。

【0026】このように、HV車両10の減速時に、エ*

*エンジン12の始動可能（自立駆動可能）回転数以上を維持しつつ、有段変速機14の使用段を最高変速段に選択することにより、エンジン12の回転数をできるだけ下げ、エンジンフリクションを減少させ、駆動軸18の運動エネルギーの減少を低減させることができるので、MG16による回生を効率的に行うことができる。また、エンジン12は、常に始動可能（自立駆動可能）回転数以上を維持しているため、エンジン12の再駆動をスムーズに行うことができる。

10 【0027】なお、本実施形態で示した制御手順は一例であり、減速時に有段変速機14の使用段をエンジン12の始動可能（自立駆動可能）回転数以上を維持しつつ、その使用段を最高変速段に選択する構成であれば、本実施形態と同様な効果を得ることができる。また、変速制御装置を有する車両としてHV車両を例にとって説明したが、内燃機関と回生発電を行う発電機を有する車両においても同様の効果を得ることができる。

【0028】

20 【発明の効果】本発明によれば、有段変速機の後段（車輪側）に発電機を有する車両において、前記発電機により回生発電を行う場合、回生エネルギーの獲得を効率よく行いつつ、内燃機関の駆動をスムーズに行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態に係る変速機制御装置を有するHV車両の構成ブロック図である。

【図2】 車両減速時の回生可能エネルギーと消失するエネルギーの関係を示す説明図である。

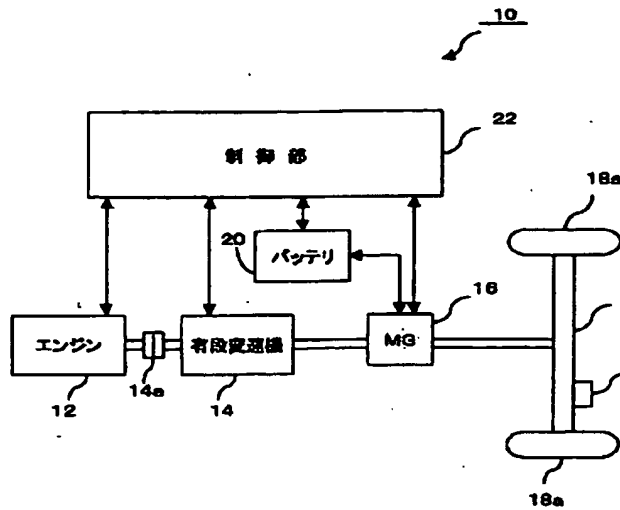
30 【図3】 本発明の実施形態に係る変速機制御装置の制御手順を説明するフローチャートである。

【図4】 本発明の実施形態に係る変速機制御装置による処理を行った場合のエンジンの回転数の推移と、有段変速機の使用段の推移の様子を示すタイムチャートである。

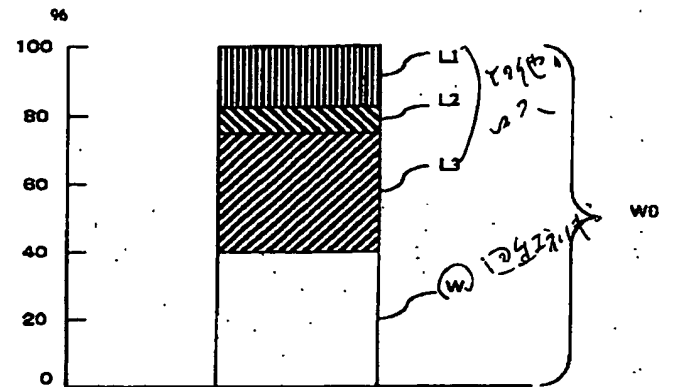
【符号の説明】

10 ハイブリッド（HV）車両、12 内燃機関（エンジン）、14 有段変速機、14a クラッチ、16 モータ・ジェネレーター（MG）、18 駆動軸、18a 駆動輪、18b 回転センサ、20 バッテリ、22 制御部。

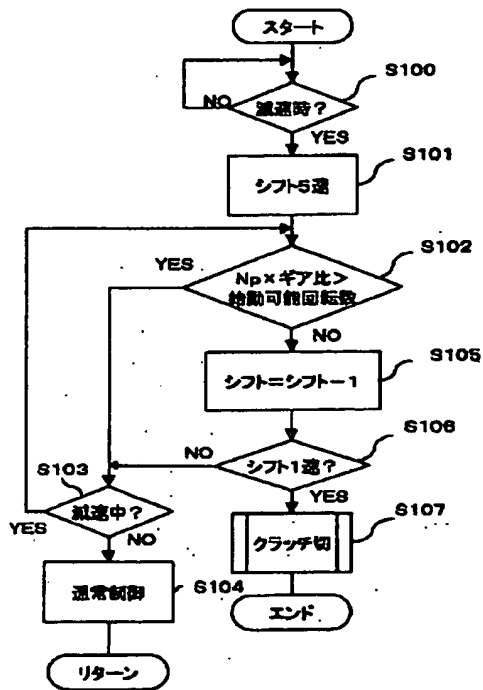
【図1】



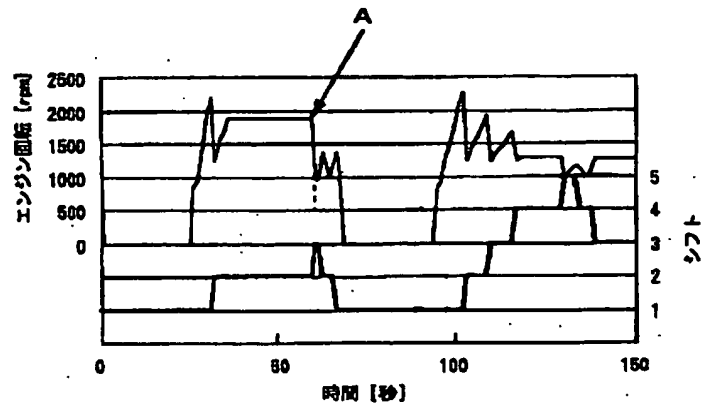
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3D041 AA21 AB01 AC06 AC15 AC18
AD02 AD31 AE16 AE31
3J552 MA01 MA11 NA01 NB06 PA21
RB18 RC07 SB03 TA01 VB02W
VC01W
5H115 PA01 PA11 PC06 PG04 PI16
PI22 PU01 PU23 QE01 QE10
QH04 QI04 QN06 RB08 RE01
SE04 SE05 SE06 SE08 TB01
TU07 TU10